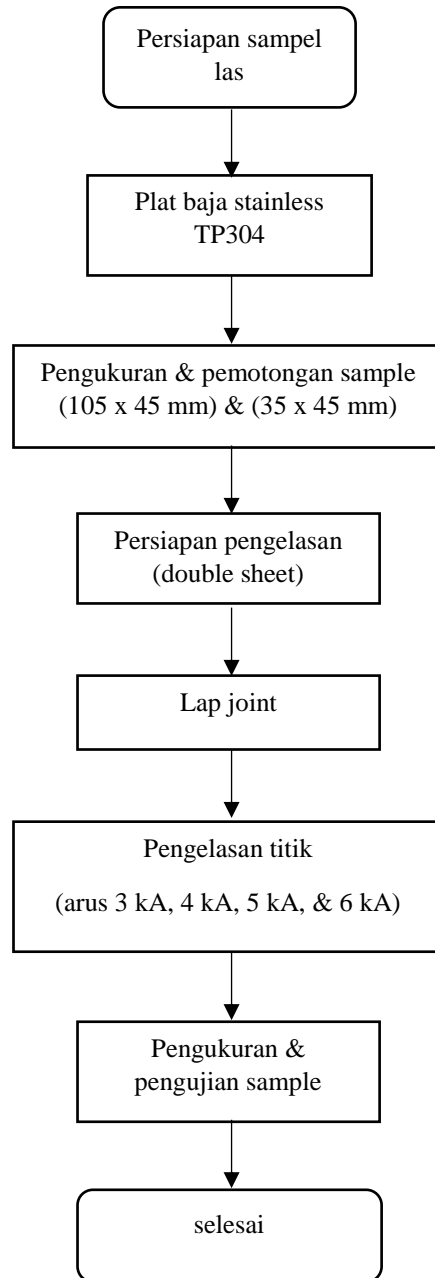


### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN



**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

Rangkaian penelitian ini dibagi atas beberapa tahapan sesuai dengan Gambar 3.1, yaitu : (i) Persiapan Sample, (ii) Pengelasan Titik, (iii) Pengukuran diameter jejak elektroda, (iv) Pengujian Tarik, (v) Pengujian kekerasan mikro hasil lasan.

### 3.1 Persiapan Spesimen Uji

Sampel merupakan plat baja stainless steel 304 dengan ketebalan 1 mm yang dipotong berdasarkan *American Welding Standard (AWS)*. Sample dipotong dengan ukuran 105 x 45 mm dan 35 x 45 mm sesuai dengan ukuran *lap joint* dan disusun saling tumpang tindih dua lapis lembaran plat baja stainless steel 304,

Komposisi kimia dari material dasar baja stainless type 304 dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini.

Unsur	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	N
Kadar (%)	0,07	2	0,045	0,03	0,75	17,5-19,5	8-10,5	0,1

**Tabel 3.1** Komposisi Kimia dari Material Dasar Baja Stainless Steel 304

Spesimen uji dipotong sesuai dengan standart AWS D8 dan dibuat sebanyak 8 pasang spesimen berdasarkan variasi kuat arus yang digunakan. 4 pasang spsimen digunakan untuk pengujian tarik dan 4 pasang specimen digunakann untuk pengujian struktur mikro.



**Gambar 3.2** Gambar Spesimen Uji Sebelum dilas

### 3.2 Pengelasan Titik

Pengelasan titik menggunakan mesin Miller model SSW-2040ATT dengan spesifikasi mesin yaitu :

- Input power voltage : single phase 460V
- Frequency : 50/60 Hz
- Rate input capacity : 20 KVA
- Rate duty cycle : 40%



**Gambar 3.3** Mesin Las Titik

Tahapan pengelasan titik yaitu sebagai berikut:

#### 1. Menetapkan Parameter Las yang Digunakan

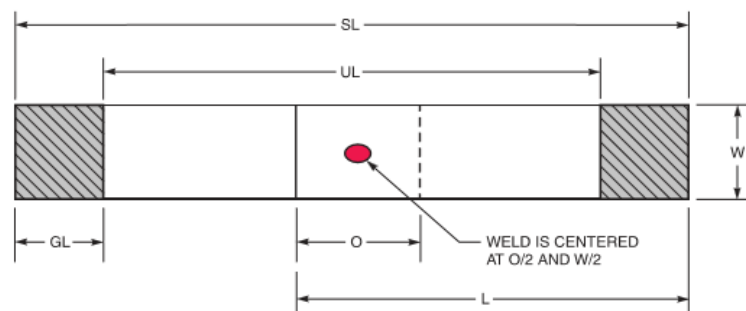
Parameter las yang digunakan adalah

- a. Arus konstan 3 kA
  - Waktu ( welding time) yang digunakan 3 detik
  - Waktu penekanan (squeeze time) yang digunakan 0,5 detik
- b. Arus konstan 4 kA
  - Waktu (welding time) yang digunakan 3 detik
  - Waktu penekanan (squeeze time) yang digunakan 0,5 detik
- c. Arus konstan 5 kA

- Waktu (welding time) yang digunakan 3 detik
  - Waktu penekanan (squeeze time) yang digunakan 0,5 detik
- d. Arus penekanan 6 kA
- Waktu (welding time) yang digunakan 3 detik
  - Waktu penekanan (squeeze time) yang digunakan 0,5 detik

## 2. Penyambungan Spesimen

Material spesimen saling tumpang tindih dengan luas area lap joint 45 x 35 mm.



(a)

**Table 3**  
**Shear Tension Sample Dimensions**

Sheet Thickness (mm)	Coupon Length L <sup>a</sup> (mm)	Coupon Width W <sup>b</sup> (mm)	Overlap O <sup>b</sup> (mm)	Sample Length SL <sup>a</sup> (mm)	Unclamped Length UL <sup>b</sup> (mm)	Gripped Length GL <sup>a</sup> (mm)
0.60–1.29	105	45	35	175	95	40
1.30–3.00	138	60	45	230	105	62.5

<sup>a</sup> Lengths may be increased to accommodate gripping fixtures.

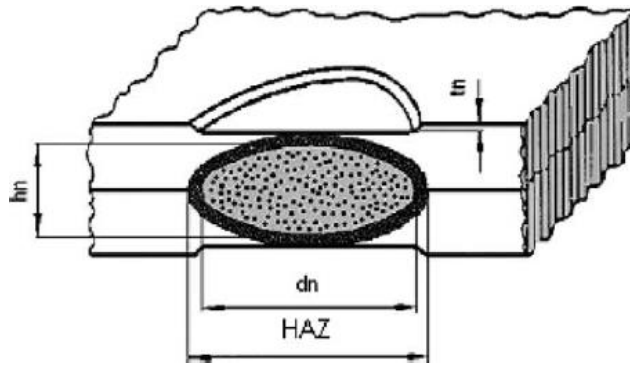
<sup>b</sup> Tolerance:  $\pm 1.0$  mm.

(b)

**Gambar 3.4** Standart Spesimen Uji (A) Tabel Standart Ukuran Spesimen Uji (b)

### 3.3 Pengukuran Diameter Jejak Elektroda

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui besar dimensi hasil las yang terbentuk setelah proses pengelasan dilakukan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *caliper* atau jangka sorong. Pengukuran diameter dilakukan sebanyak dua kali atau lebih untuk setiap sampel dan kemudian dirata-rata untuk memperoleh dimensi diameter jejak yang terbentuk.



**Gambar 3.5** Struktur Geometri Manik Las

Gambar 3.3 diatas memperlihatkan struktur geometri dari sebuah *nugget* hasil penjejakan elektroda yang terbentuk dimana pengambilan panjang diameter dapat ditentukan dengan mengukur panjang daerah yang lebih terang (dn), sedangkan daerah yang lebih gelap merupakan daerah HAZ.

### 3.4 Pengujian Tarik

Pengujian tarik ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu material, khususnya logam diantara sifat-sifat mekanis yang dapat diketahui dari hasil pengujian tarik adalah sebagai berikut:

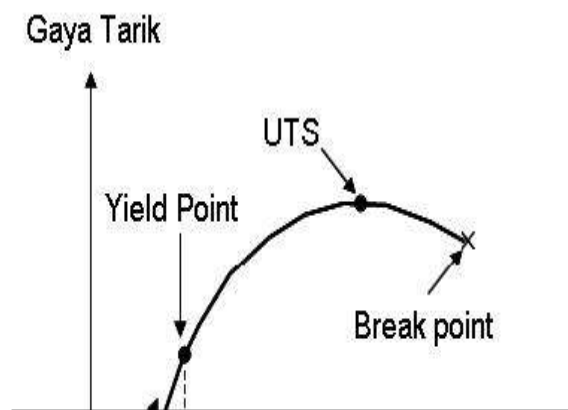
1. Kekuatan tarik
2. Kuat luluh dari material
3. Keuletan dari material
4. *Modulus elastic* dari material
5. Kelentingan dari suatu material
6. Ketangguhan.



**Gambar 3.6** Mesin Uji Tarik

Pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Karena dengan pengujian tarik dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan. Pengujian tarik ini merupakan salah satu pengujian yang penting untuk dilakukan, karena dengan pengujian ini dapat memberikan berbagai informasi mengenai sifat-sifat logam.

Grafik ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang :



**Gambar 3.7** Grafik Uji Tarik

Hal-hal yang perlu diperhatikan agar pengujian menghasilkan nilai yang valid adalah bentuk dan dimensi spesimen uji, pemilihan grips dan lain-lain.

#### **a. Bentuk dan Dimensi Spesimen uji**

Spesimen uji harus memenuhi standar dan spesifikasi dari ASTM E8 atau D638. Bentuk dari spesimen penting karena kita harus menghindari terjadinya patah atau retak pada daerah grip atau yang lainnya. Jadi standarisasi dari bentuk spesimen uji dimaksudkan agar retak dan patahan terjadi di daerah gage length.

#### **b. Grip and Face Selection**

*Face* dan *grip* adalah faktor penting. Dengan pemilihan *setting* yang tidak tepat, spesimen uji akan terjadi slip atau bahkan pecah dalam daerah *grip* (*jaw break*). Ini akan menghasilkan hasil yang tidak valid. *Face* harus selalu tertutupi di seluruh permukaan yang kontak dengan *grip*. Agar spesimen uji tidak bergesekan langsung dengan *face*.

Beban yang diberikan pada bahan yang di uji ditransmisikan pada pegangan bahan yang di uji. Dimensi dan ukuran pada benda uji disesuaikan dengan standar baku pengujian.

### c. Sifat-Sifat Mekanik Spesimen Uji Tarik

#### 1. Kekuatan Tarik

Kekuatan yang biasanya ditentukan dari suatu hasil pengujian tarik adalah kuat luluh (*Yield Strength*) dan kuat tarik (*Ultimate Tensile Strength*). Kekuatan tarik atau kekuatan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Strength* / UTS), adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji.

$$T_s = \frac{P_s}{A_0}$$

di mana,  $T_s$  = Kuat Tarik  
 $P_s$  = Beban maksimum  
 $A_0$  = Luas penampang awal

Untuk logam-logam yang liat kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum dimana logam dapat menahan sesumbu untuk keadaan yang sangat terbatas.

Tegangan tarik adalah nilai yang paling sering dituliskan sebagai hasil suatu uji tarik, tetapi pada kenyataannya nilai tersebut kurang bersifat mendasar dalam kaitannya dengan kekuatan bahan. Untuk logam-logam yang liat kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum, di mana logam dapat menahan beban sesumbu untuk keadaan yang sangat terbatas. Akan ditunjukkan bahwa nilai tersebut kaitannya dengan kekuatan logam kecil sekali kegunaannya untuk tegangan yang lebih kompleks, yakni yang biasanya ditemui. Untuk berapa lama, telah menjadi kebiasaan mendasarkan kekuatan struktur pada kekuatan tarik, dikurangi dengan faktor keamanan yang sesuai.

#### 2. Kekuatan Luluh (*Yield Strength*)

Salah satu kekuatan yang biasanya diketahui dari suatu hasil pengujian tarik adalah kuat luluh (*Yield Strength*). Kekuatan luluh (*yield strength*) merupakan titik yang menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis [Dieter, 1993]. Besar tegangan luluh dituliskan seperti pada persamaan, sebagai berikut.

$$Y_s = \frac{P_y}{A_o}$$

Keterangan ;  $Y_s$  : Besarnya tegangan luluh ( $\text{kg/mm}^2$ )

$P_y$  : Besarnya beban di titik *yield* (kg)

$A_o$  : Luas penampang awal benda uji ( $\text{mm}^2$ )

Tegangan di mana deformasi plastis atau batas luluh mulai teramati tergantung pada kepekaan pengukuran regangan. Sebagian besar bahan mengalami perubahan sifat dari elastik menjadi plastis yang berlangsung sedikit demi sedikit, dan titik di mana deformasi plastis mulai terjadi dan sukar ditentukan secara teliti.

### 3. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah kemampuan suatu material untuk menyerap energi dan kembali ke bentuk semula atau kembali ke sifat keelastisitasannya, makin besar modulus, makin kecil renggangan elastis yang dihasilkan akibat pemberian tegangan. Modulus elastisitas ditentukan oleh gaya ikat antara atom, karena gaya-gaya ini dapat berubah tanpa terjadi perubahan yang mendasar pada sifat bahannya. Maka modulus elastisitas salah satu sifat mekanik yang tidak dapat diubah, persamaan modulus elastisitas adalah:

$$M o = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Keterangan  $\sigma$  = tegangan

$\epsilon$  = renggangan

### 3.5 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang terjadi pada spesimen uji yang telah mengalami siklus termal akibat proses pengelasan titik. Tahap-tahap persiapan dan pengamatan perbedaan struktur mikro dialkuakn dengan cara sebagai berikut:

#### a) Pemotongan Spesimen Uji

Pemotongan dilakukan dengan menggunakan alat potong/gunting yang



berada di VEDC Malang. Pemotongan dilakukan melintang pada sumbu manik las/*nugget*.

**b) Proses *Mounting***

Proses *mounting* diperlukan untuk mempermudah dalam pemegangan spesimen saat proses grinding dan pemolesan mengingat ukuran spesimen yang relatif kecil dan tipis.

**c) Proses *Grinding***

Proses *grinding* atau pengamplasan dilakukan pada kertas amplas dengan tingkat kekasaran yang berbeda mulai dari #260, #400, #600, #800, #1000 dan #1200. Proses grinding dilakukan dengan pemberian air secara terus menerus yang berfungsi sebagai pendingin.

**d) *Polishing***

Pemolesan dilakukan diatas kain poles yang berputar yang disertai dengan cairan pemoles. Proses pemolesan dilakukan untuk menghilangkan goresan-goresan tipis dari proses grinding dan membuat permukaan spesimen mengkilat seperti cermin.

**e) *Etching***

proses etsa dilakukan dengan menggunakan larutan asam yaitu mencampur alkohol +  $\text{HNO}_3$  + HCL dengan komposisi perbandingan (3 : 1,5 : 0,5). Kemudian dilakukan pengolesan campuran asam tersebut dengan tisu ke permukaan material yang akan di teliti. Pengolesan dilakukan sebanyak 4-5 kali setelah itu di bersihkan dengan air mengair kemudian dioleskan dengan alcohol. Dan yang terakhir di keringkan. Pemotretan pada daerah *base metal*, HAZ, dan nugget dengan perbesaran 1000x